

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年11月18日

出願番号 Application Number: 特願2002-333900

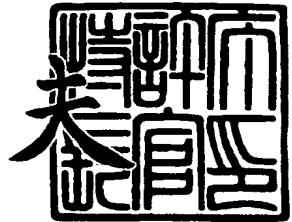
[ST. 10/C]: [JP2002-333900]

出願人 Applicant(s): シャープ株式会社

2003年8月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康



62007/03R00770/JUS

出証番号 出証特2003-3069568

【書類名】 特許願
【整理番号】 01J03440
【提出日】 平成14年11月18日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G03H 1/04
G02B 5/18
G02B 5/32

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

【氏名】 熊谷 宗郷

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075557

【弁理士】

【フリガナ】 サイキョウ

【氏名又は名称】 西教 圭一郎

【電話番号】 06-6268-1171

【選任した代理人】

【識別番号】 100072235

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 毅至

【選任した代理人】

【識別番号】 100101638

【弁理士】

【氏名又は名称】 廣瀬 峰太郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009106

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208451

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホトマスクおよびホトマスクを用いたホログラム素子製造方法
ならびにホログラム素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクであって、

前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比が各マスク領域で互いに異なることを特徴とするホトマスク。

【請求項 2】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクであって、

前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、透光部の配置間隔の小さなマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比は、透光部の配置間隔の大きなマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比よりも小さく形成されることを特徴とするホトマスク。

【請求項 3】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクであって、

前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、各領域における透光部の並び方向の配置間隔に対する透光部の並び方向の幅の比が0.5以

下であることを特徴とするホトマスク。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかに記載のホトマスクを用いるホトリソグラフィー法によって、ホログラムの回折格子が形成される各領域の 1 次回折効率が等しくなるような露光量で露光してホログラム素子を製造することを特徴とするホログラム素子製造方法。

【請求項 5】 請求項 1～3 のいずれかに記載のホトマスクを用いるホトリソグラフィー法によって、ホログラムの回折格子が形成される格子間隔の小さい領域の 1 次回折効率が、格子間隔の大きな領域の 1 次回折効率よりも大きくなるような露光量で露光してホログラム素子を製造することを特徴とするホログラム素子製造方法。

【請求項 6】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも 2 つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が互いに異なることを特徴とするホログラム素子。

【請求項 7】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも 2 つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、最大の格子間隔となる回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が 0.5 以下、または最小の格子間隔となる回折格子のデューティー比が 0.5 以上であることを特徴とするホログラム素子。

【請求項 8】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも 2 つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、各領域の 1 次回折効率が互いに等しいことを特徴とするホログラム素子。

【請求項 9】 回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、ホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、各領域の1次回折効率が互いに等しいことを特徴とするホログラム素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク記録再生装置に搭載される光ピックアップ装置に用いられるホログラム素子の製造に用いられるホトマスク、ホトマスクを用いたホログラム素子製造方法およびホログラム素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンパクトディスク (Compact Disc ; 略称 : CD) およびデジタルバーサタイルディスク (Digital Versatile Disc ; 略称 : DVD) などの光ディスクは、大量の情報を高密度で記録することができるため、映像音響機器およびコンピュータなど多分野にわたって利用されている。

【0003】

図15は、従来の光ピックアップ装置1を示す斜視図である。光ピックアップ装置1は、光検出器2、ビームスプリッタ3、コリメータレンズ4、対物レンズ5および光源6で構成される。光源6から出射した光は、ビームスプリッタ3で反射し、コリメータレンズ4を透過して平行光になり、対物レンズ5によって光ディスク10の情報記録面に集光される。光ディスク10の情報記録面で反射された光ディスク10の記録情報を有する信号光は、対物レンズ5およびコリメータレンズ4を透過して、ビームスプリッタ3で反射されて、光検出器2に入射する。

【0004】

光ディスクに記録される情報を読取る光ディスク記録再生装置に搭載される光ピックアップ装置の再生特性を向上させるために、より多くの再生信号光を光検出器に入射させる必要があり、偏光光学系を採用することによって再生信号の質の向上を図ってきた。近年、受光素子を含む光検出部およびドライブ技術の進歩

によって、信号光が弱くても充分な再生特性が得られるようになり、また装置の小形化および低コスト化のニーズが高まってきたために、偏光光学系を採用せずに、より簡素な構成の光学系を採用するようになってきた。その代表的な例として、回折素子を用いて、光源と光検出部とを一体化した集積ユニット光学系がある。

【0005】

図16は、他の従来の技術である集積ユニット光学系を用いた光ピックアップ装置11を示す斜視図である。光ピックアップ装置11は、大略的には集積ユニット12および対物レンズ13を含んで構成される簡素な構成である。前記光ピックアップ装置11において、集積ユニット12は、集積ユニット12から出射する光の光軸と、光ディスク10の情報記録面とが平行になるように配置される。また前記光ピックアップ装置11において、コリメータレンズ14は、集積ユニット12と対物レンズ13との間に配置される。またこのような集積ユニット12を用いる光ピックアップ装置11は、集積ユニット12と対物レンズ13との間に、光ディスク10の情報記録面に集光される光の光軸が、前記情報記録面に対して垂直になるように、集積ユニット12から出射する光を偏向するための立上げミラーを配置してもよい。

【0006】

集積ユニット12は、ホログラム素子15と、光源であるレーザ素子17と、光検出部である受光素子18とを含んで構成される。ホログラム素子15には、ホログラム16が形成される。ホログラム16は、2つの領域に分割され、各領域には回折格子が形成される。レーザ素子17から出射した光は、ホログラム素子15のホログラム16を透過し、コリメータレンズ14を透過して、対物レンズ13によって光ディスク10の情報記録面に集光される。対物レンズ13およびコリメータレンズ14を透過した光ディスク10からの反射光がホログラム16に入射して、ホログラム16の各領域の回折格子によって回折した1次回折光が光検出部18に入射する。ホログラム16の一方の領域で回折された反射光は、光ディスク10のピット情報の検出に用いられ、他方の領域で回折された反射光は、ピット情報の検出および焦点誤差信号の検出に用いられる。

【0007】

またホログラム16の各領域で回折された光の強度差によって、トラック誤差信号の検出を行う。この場合、ホログラムの各回折格子の全光量に対する1次回折光量の割合である1次回折効率が等しくないと、トラック誤差信号にオフセットが発生し、光ピックアップ装置による光ディスク上のトラックへの追従がうまくできなくなり、ピット情報がうまく検出できない。このためにホログラム素子を製造するときに、ホログラムの各領域の回折格子の1次回折効率の比である1次回折効率比を0.9～1.1の範囲で管理して製造していた。ホログラムを形成する回折格子の1次回折効率は、回折格子の溝の深さ、および格子間隔に対する溝の開口幅の比で表されるデューティー比によって決まるが、回折格子の溝の深さおよび溝の開口幅を管理することは困難である。

【0008】

図17は、ホトリソグラフィー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。図17(1)に示される基板洗浄工程において、ガラス基板21の表面が洗浄される。図17(2)に示されるレジスト塗布工程において、感光体であるレジスト22をスピンドルコート法によってガラス基板21の表面に塗布し、溶剤揮発のためにベーキングを行う。

【0009】

図17(3)に示される露光工程では、ガラス基板21とホログラムを構成する回折格子の微細パターンを有するホトマスクとを、レジスト22を介して密着させて紫外線を照射し、回折格子の微細パターンがレジスト22に形成される。図17(4)に示されるエッティング工程において、露光工程において得られた微細パターンが形成されるレジスト22を有するガラス基板21を、たとえばテトラフルオルメタン(化学式: CF₄)ガスまたはトリフルオルメタン(化学式: CHF₃)ガスのいずれかをエッティングガスとして用いて、反応性イオンエッティング(Reactive Ion Etching; 略称: RIE)装置によってドライエッティングを行う。

【0010】

図17(5)に示されるアッシング工程では、ガラス基板21に残留するレジ

スト22を、溶剤による除去、または酸素ガス雰囲気中での灰化除去を行い、レジストパターンに対応した凹凸をガラス基板21に形成する。図17(6)に示される分断工程では、ガラス基板21に形成された複数のホログラムを、最終的に必要とされる形状に分割する。

【0011】

図18は、ホトリソグラフィー法を用いてホログラムを製造するときの回折効率比を管理する手順を示すフローチャートである。ステップu0で回折効率比を管理する手順が開始されて、ステップu1に進む。ステップu1では、ホトマスクが変更されると、ガラス板にホトマスクを密着させて、ステップu2に進む。ステップu2では、ホログラムの各領域の1次回折効率を、露光時間を変えて3回測定し、ステップu3に進む。

【0012】

ステップu3では、1次回折効率比が0.9以上、1.1以下であるか否かを判断する。1次回折効率は、回折格子のデューティー比が0.5となる所定の積算光量でピークを有するので、測定した各領域の1次回折効率が最大となる最適な積算光量を求め、この最適な積算光量における1次回折効率比を求める。積算光量は、光量と露光時間との積である。この1次回折効率比が0.9以上1.1以下の範囲内であるか否かを判断し、範囲内でないと判断されるとステップu2に戻り、再び露光条件を変更する。1次回折効率比が0.9以上1.1以下の範囲内となるまで、ステップu2からステップu3の工程を繰り返して行なわれる。

【0013】

ステップs3において、1次回折効率比が0.9以上1.1以下の範囲内であると判断されると、最適な露光条件が決定され、ステップu4に進み、決定された露光条件に基づいてホログラムの量産を行い、ステップu5に進み、回折効率比を管理する手順を終了する。このようにホトマスクを変更する度に、このような最適露光量の管理を行えば、常にホログラムの2つの領域の1次回折効率比を0.9以上1.1以下の範囲内で管理することができる。

【0014】

このような光学系に用いられるホログラム素子として、前述のガラス素子の他に、紫外線硬化型樹脂製の素子が用いられる（たとえば特許文献1および特許文献2参照）。このような紫外線硬化型樹脂製の素子を用いることによって、従来のガラス素子にくらべて、材料が安価であるだけでなく、製造方法としてホトポリマー法（略称：2P法）と呼ばれる生産性の良い方法を利用することができ、ホログラム素子の製造コストを小さくすることができる。

【0015】

図19は、ホトポリマー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。先ず図19（1）に示されるように、予め上述のホトリソグラフィー法によってガラス板に回折格子の型を形成した一対のスタンパ23A, 23Bを用いて、一方のスタンパ23Aの回折格子の型が形成される面を樹脂基板24の一方の面に面して配置し、他方のスタンパ23Bの回折格子の型が形成される面を樹脂基板24の他方の面に面して配置して、樹脂基板24の一方の面上に紫外線硬化型樹脂25を塗布し、他方のスタンパ23Bの回折格子の型が形成される面上に紫外線硬化型樹脂25を塗布する。樹脂基板24として用いる樹脂としては、透明かつフレーザ光が照射されても変質しないものが望ましく、具体的にはアクリル樹脂が用いられる。

【0016】

続いて図19（2）に示されるように、スタンパ23A, 23Bを樹脂基板24に当接させて、必要に応じて加圧して、紫外線硬化型樹脂25を樹脂基板24の面上に充分に圧し広げて、紫外線を照射して紫外線硬化型樹脂25を硬化させる。さらに図19（3）に示されるように、樹脂基板24および紫外線硬化型樹脂25からスタンパ23A, 23Bを剥離させる。このようにして樹脂基板24に回折格子が形成される。

【0017】

上述のような従来の方法によって、ホログラム素子の回折格子は作成されるが、このときに用いられるホトマスクでは、ホログラムの各領域について、ホログラムに入射した信号光が、図16に示される受光素子18に設けられる個々の受光領域に集光されて入射するために、それぞれ異なる格子間隔と曲率となるよう

に設計されている。またデューティー比については、ホログラムのいずれの領域においても、同じ深さの溝では、最も高い1次回折効率が得られる0.5となるように設計されている。

【0018】

【特許文献1】

特開平10-187014号公報

【特許文献2】

特開平10-254335号公報

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

ホログラムの回折格子には、レーザ光出力の利用効率を最大限に引き上げるために、反射防止膜を設けることが一般的になっているが、この場合、上述したようなホログラムのいずれの領域においてもデューティー比が0.5に設計されたホトマスクを用いてホログラム素子を製造すると、1次回折効率比、大量生産する場合には1次回折効率比の平均値が、最適値である1.0から外れるだけでなく、0.9以上1.1以下という範囲から外れてしまうことがある。

【0020】

図20は、格子間隔の異なる2つ領域を有する回折格子の各領域における露光量と1次回折効率との関係を示すグラフである。図20において、実線L10は、格子間隔△の第1領域の露光量と1次回折効率との関係を示し、2点鎖線L11は、第1領域の格子間隔△よりも小さい格子間隔δの第2領域の露光量と1次回折効率との関係を示す。

【0021】

ホトリソグラフィー法では、実線L10および2点鎖線L11に示すように、露光量を大きくしていくにつれて1次回折効率も高くなり、ある露光量で1次回折効率が最高となり、その後、露光量を大きくしていくにつれて1次回折効率は低くなるように変動する。また、ある一定の露光量の変化に対する1次回折効率の変化は、実線L10および2点鎖線L11に示すように、格子間隔の大きい第1領域よりも格子間隔の小さい第2領域の方が大きい。このように第1領域の1

次回折効率と第2領域の1次回折効率とが等しくなる、すなわち第1領域の1次回折効率と第2領域の1次回折効率との比である1次回折効率比が最適値である1.0となるのは、デューティー比は0.5、すなわち第1および第2領域の1次回折効率がともに最大となる露光量だけであり、このような露光量を除く露光量では、格子間隔の小さい領域における1次回折効率が低くなる。

【0022】

図21は、格子間隔の異なる2つ領域を有する回折格子の各領域における、反射防止膜蒸着前および反射防止膜蒸着後の露光量と1次回折効率との関係を示すグラフである。図21において、点線L12は、格子間隔△の第1領域の反射防止膜蒸着前の露光量と1次回折効率との関係を示し、実線L13は、第1領域の反射防止膜蒸着後の露光量と1次回折効率との関係を示し、1点鎖線L14は、第1領域の格子間隔△よりも小さい格子間隔δの第2領域の反射防止膜蒸着前の露光量と1次回折効率との関係を示し、2点鎖線L15は、第2領域の反射防止膜蒸着後の露光量と1次回折効率との関係を示す。

【0023】

回折格子に反射防止膜を設けるには、一般的に蒸着法によって、誘電体膜を積層させて行われる。このように蒸着することによって、ホトリソグラフィー法によって作成した回折格子の立体的構造が、理想的な構造から崩れてしまい、これによって第1領域においては、図21の点線L12から実線L13となり、第2領域においては、1点鎖線L14から2点鎖線L15となるように、各領域の1次回折効率が低下する。このような1次回折効率の低下は、図21に示すように、格子間隔の小さい第2領域の方が顕著に表れるので、結果として各領域における1次回折効率が不均衡となり、1次回折効率比が1.0から大きく外れる。

【0024】

書き可能コンパクトディスク（CD Recordable；略称：CD-R）などの情報の書きを必要とする光学メディアを読書きする光学メディア再生装置に用いられるホログラム素子は、1次回折効率が低く、1次回折効率の変動が光学メディアの読書きに大きく影響する。

【0025】

したがって本発明の目的は、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造するためのホトマスクおよびホログラム素子製造方法、ならびに所望の光学特性を有するホログラム素子を提供することである。

【0026】

【課題を解決するための手段】

本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクであって、

前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比が各マスク領域で互いに異なることを特徴とするホトマスクである。

【0027】

本発明に従えば、ホトマスクには、ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比が各マスク領域で互いに異なる。ホトリソグラフィー法の露光工程において前記ホトマスクを用いて露光して製造されたホログラム素子のホログラムは、ホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔が互いに異なるとともに、回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が互いに異なるように形成される。

【0028】

このように製造されたホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を互いに異なるように設定することができる。またホログラムの各領域の回折格子の格子間隔は互いに異なっていても、各領域の回折格子のデューティー比が等しい場合、一般的に、各領域

の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となり、1次回折効率の最大値も互いに等しい値となるが、ホログラム素子のホログラムの各領域の回折格子のデューティー比が互いに異なるように回折格子を形成することによって、ホログラムの各領域の1次回折効率が最大となる露光量を互いに異なるように設定することができる。これによってホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が所望の値に設定されるので、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0029】

また本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクであって、

前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、透光部の配置間隔の小さなマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比は、透光部の配置間隔の大きなマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比よりも小さく形成されることを特徴とするホトマスクである。

【0030】

本発明に従えば、ホトマスクには、ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、透光部の配置間隔の小さなマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比は、透光部の配置間隔の大きなマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔と透光部の並び方向の幅との比よりも小さい。ホトリソグラフィー法の露光工程において前記ホトマスクを用いて露光して製造されたホログラム素子のホログラムは、ホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔が互いに異なるとともに、回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比に関して、格子

間隔の小さい回折格子のデューティー比が、格子間隔の大きい回折格子のデューティー比よりも小さくなるように形成される。このように製造されたホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を互いに異なるように設定することができる。

【0031】

ホログラムの各領域の回折格子の格子間隔は互いに異なっていても、各領域の回折格子のデューティー比が等しい場合、各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、一般的に、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となる。またホログラムの回折格子のデューティー比が小さいほど、1次回折効率が最大となる露光量が大きくなることが知られている。またホログラムの各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を示すグラフは、一般的に、ある露光量において1次回折効率が最大となるような上に凸の形状となり、1次回折効率が最大となる露光量を中心とするグラフの広がりは、格子間隔が大きいほど大きい。したがってホログラム素子のホログラムの格子間隔の小さい回折格子のデューティー比が、格子間隔の大きい回折格子のデューティー比よりも小さくすることによって、格子間隔の小さい回折格子が形成される領域の1次回折効率が最大となる露光量を、格子間隔の大きい回折格子が形成される領域の1次回折効率が最大となる露光量よりも大きくするとともに、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量を所望の値に設定することができる。このようにホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる、換言すればホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が1.0となる露光量は所望の値に設定されるので、ホトリソグラフィー法の露光工程において、露光量が所定の値より小さくなつてホトレジストの感光が不十分となることを防止することができるとともに、所望の光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0032】

また本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられる

ホトマスクであって、

前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、各領域における透光部の並び方向の配置間隔に対する透光部の並び方向の幅の比が0.5以下であることを特徴とするホトマスクである。

【0033】

本発明に従えば、ホトマスクには、ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部と透光性を有する透光部とを備える複数のマスク領域が設けられ、少なくとも2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔が異なるとともに、各領域における透光部の並び方向の配置間隔に対する透光部の並び方向の幅の比が0.5以下である。ホトリソグラフィー法の露光工程において前記ホトマスクを用いて露光して製造されたホログラム素子のホログラムは、ホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔が互いに異なるとともに、回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が0.5以下となるように形成される。このように製造されたホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を互いに異なるように設定することができる。

【0034】

ホログラムの各領域の回折格子の格子間隔は互いに異なっていても、各領域の回折格子のデューティー比が等しい場合、一般的に、各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となる。またホログラムの回折格子のデューティー比が小さいほど、1次回折効率が最大となる露光量が大きくなることが知られている。またホログラムの各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を示すグラフは、一般的に、ある露光量において1次回折効率が最大となるような上に凸の形状となり、1次回折効率が最大となる露光量を中心とするグラフの広がりは、格子間隔が大きい

ほど大きい。ホログラム素子のホログラムのデューティー比を0.5以下にすることによって、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量を所望の値に設定することができる。このようにホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる、換言すればホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比を1.0となるような露光量は所望の値に設定されるので、ホトリソグラフィー法の露光工程において、露光量が所定の値より小さくなつてホトレジストの感光が不十分となることを防止することができるとともに、所望の光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0035】

また本発明は、上述のホトマスクを用いるホトリソグラフィー法によって、ホログラムの回折格子が形成される各領域の1次回折効率が等しくなるような露光量で露光してホログラム素子を製造することを特徴とするホログラム素子製造方法である。

【0036】

本発明に従えば、ホログラム素子のホログラムの回折格子が形成される各領域の1次回折効率が等しくなるような露光量で露光してホログラム素子を製造するので、ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が1.0となり、最適な光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0037】

また本発明は、上述のホトマスクを用いるホトリソグラフィー法によって、ホログラムの格子間隔の小さい回折格子が形成される領域の1次回折効率が、格子間隔の大きな回折格子が形成される領域の1次回折効率よりも大きくなるような露光量で露光してホログラム素子を製造することを特徴とするホログラム素子製造方法である。

【0038】

本発明に従えば、ホログラムの格子間隔の小さい回折格子が形成される領域の1次回折効率が、格子間隔の大きな回折格子が形成される領域の1次回折効率よりも大きくなるような露光量で露光してホログラム素子を製造する。ホログラム素子に反射防止膜を設けた場合、一般的に、ホログラムの格子間隔の小さい領域

の1次回折効率の低下する度合いが、格子間隔の大きな領域の1次回折効率の低下する度合いよりも大きくなるので、各領域の1次回折効率を等しくする、換言すれば各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比を1.0にすることが困難になる。予めホログラムの格子間隔の小さい回折格子が形成される領域の1次回折効率が、格子間隔の大きな回折格子が形成される領域の1次回折効率よりも大きくなるようにホログラム素子を製造しておくことによって、ホログラム素子に反射防止膜を設けても、各領域の1次回折効率を等しくする、換言すれば1次回折効率比を最適な値である1.0にすることができ、最適な光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0039】

また本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が互いに異なることを特徴とするホログラム素子である。

【0040】

本発明に従えば、ホログラム素子は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が互いに異なる。このようなホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。

【0041】

またホログラムの各領域の回折格子の格子間隔は互いに異なっていても、各領域の回折格子のデューティー比が等しい場合、一般的に、各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となり、1次回折効率の最大値も互いに等しい値となるが、ホログラム素子のホログラムの各領域の回折格子のデューティー比を互いに異なるようにすることによって

、ホログラムの各領域の1次回折効率が最大となる露光量を互いに異なるように設定することができる。これによってホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が所望の値に設定されるので、ホログラム素子は、所望の光学特性を有することができる。

【0042】

また本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、最大の格子間隔となる回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が0.5以下、または最小の格子間隔となる回折格子のデューティー比が0.5以上であることを特徴とするホログラム素子である。

【0043】

本発明に従えば、ホログラム素子は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、最大の格子間隔となる回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比が0.5以下、または最小の格子間隔となる回折格子のデューティー比が0.5以上である。このようなホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。

【0044】

ホログラムの各領域の回折格子の格子間隔は互いに異なっていても、各領域の回折格子のデューティー比が等しい場合、一般的に各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となる。またホログラムの回折格子のデューティー比が小さいほど、1次回折効率が最大となる露光量が大きくなることが知られている。またホログラムの各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を示すグラフは、一般的に、ある露光量において1次回折効率が最大となるような上に凸の形状となり、1次回

折効率が最大となる露光量を中心とするグラフの広がりは、格子間隔が大きいほど大きい。ホログラム素子のホログラムの最大の格子間隔となる回折格子の格子間隔に対する溝の並び方向の開口幅の比であるデューティー比を0.5以下、または最小の格子間隔となる回折格子のデューティー比を0.5以上にすることによって、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量を所望の値に設定することができる。このようにホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる、換言すればホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が1.0となるような露光量は所望の値に設定されるので、ホログラム素子は所望の光学特性を有することができる。

【0045】

また本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、各領域の1次回折効率が互いに等しいことを特徴とするホログラム素子である。

【0046】

本発明に従えば、ホログラム素子は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、各領域の1次回折効率が互いに等しい。このようなホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。また各領域の1次回折効率が互いに等しいので、ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比は1.0となり、ホログラム素子は最適な光学特性を有することができる。

【0047】

また本発明は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、

前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異

なるとともに、ホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、各領域の1次回折効率が互いに等しいことを特徴とするホログラム素子である。

【0048】

本発明に従えば、ホログラム素子は、回折格子が形成される複数の領域に分割されるホログラムを有し、前記領域のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、ホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、各領域の1次回折効率が互いに等しい。このようなホログラム素子のホログラムの各領域のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。またホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、各領域の1次回折効率が互いに等しいので、ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比は1.0となり、ホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、ホログラム素子は最適な光学特性を有することができる。

【0049】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の一形態の第1ホトマスク30の第1マスク領域31および第2マスク領域32を拡大した平面図であり、図2は、第1ホトマスク30の全体を示す平面図である。図1は、図2の第1マスク領域31および第2マスク領域32の境界近傍のセクションIを拡大した図である。第1ホトマスク30は、回折格子が形成される複数の、本実施の形態においては2つの領域、第1領域および第2領域に分割されるホログラムを有する第a機種のホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクである。

【0050】

第1ホトマスク30には、第a機種のホログラム素子のホログラムの第1および第2領域の回折格子を形成するための複数、本実施の形態においては2つのマスク領域、第1マスク領域31および第2マスク領域32が設けられる。第1マスク領域31は、非透光性を有するマスク部31aと透光性を有する透光部31bとを備える。また第2マスク領域32は、非透光性を有するマスク部32aと

透光性を有する透光部32bとを備える。具体的には、第1および第2マスク領域31, 32の透光部31b, 32bは、第1ホトマスク30の厚み方向に貫通している開口部であり、第1ホトマスク30の第1および第2マスク領域31, 32の透光部31b, 32bを除く領域は、非透光性を有している。

【0051】

図1に示すように、これらの第1および第2マスク領域31, 32は、第1マスク領域31の透光部31bの並び方向の配置間隔E1と、第2マスク領域32の透光部32bの並び方向の配置間隔E2とが異なるとともに、第1マスク領域31の透光部31bの並び方向の配置間隔E1に対する前記透光部31bの並び方向の幅e1の比e1/E1と、第2マスク領域32の透光部32bの並び方向の配置間隔E2に対する前記透光部32bの並び方向の幅e2の比e2/E2とが異なるように形成される。

【0052】

具体的には、第2マスク領域32の透光部32bの配置間隔E2は、第1マスク領域31の透光部31bの配置間隔E1よりも小さい。さらに第2マスク領域32の透光部32bの並び方向の配置間隔E2に対する前記透光部32bの並び方向の幅e2の比e2/E2は、第1マスク領域31の透光部31bの並び方向の配置間隔E1に対する前記透光部31bの並び方向の幅e1の比e1/E1よりも小さい。さらに具体的には、第1マスク領域31における透光部31bの並び方向の配置間隔E1に対する透光部31bの並び方向の幅e1の比e1/E1が0.5以下、本実施の形態においては0.5であり、第2マスク領域32における透光部32bの並び方向の配置間隔E2に対する透光部32bの並び方向の幅e2の比e2/E2が0.5以下、本実施の形態においては0.4である。

【0053】

図2に示すように、第1および第2マスク領域31, 32は、それぞれ同寸法の曲率半径の半月状の形状の領域である。第1マスク領域31と第2マスク領域32とは、互いの弧が連続してつながるとともに、互いの弦が接するようにして連結し、これらの領域31, 32が連結した状態で円形の領域となっている。第1および第2マスク領域31, 32は、第1ホトマスク30の略中央部に配置さ

れる。第1ホトマスク30は、識別用マーク33、第1検査用パターン34、第2検査用パターン35、画像処理用マーク36およびダイシング用マーク37を有する。

【0054】

識別用マーク33は、第1ホトマスク30を用いて製造されるホログラム素子の機種を識別するためのマークであり、たとえば数字などの文字で表記される。第1検査用パターン34は、ホログラムの格子間隔の中央値と同じ間隔で並列する直線群のパターンであり、ホログラムの製造不良が発生した場合に、その原因解析をするときに用いられる。第2検査用パターン35は、ホログラムの格子間隔の中央値と同じ間隔で並列する直線群のパターンであり、ホトマスク作成において検査時に用いられる。画像処理用マーク36は、作成したホログラム素子をパッケージに固定するときの向きを調整するために用いるマークである。ダイシング用マーク37は、後述する図3に示すようなホトマスク集合体を用いてホログラム素子の集合体を製造してから、ダイシングして個々のホログラム素子を切出すときの基準となるマークである。

【0055】

図3は、第1ホトマスク集合体300を示す平面図である。第1ホトマスク集合体300は、第1ホトマスク30と、マスクパターンが形成されない非透光性を有する無パターンマスク304とを、それぞれ複数個保持する。また第1ホトマスク集合体300には、第1位置合わせ用パターン301、第2位置合わせ用パターン302および方向識別マーク303が設けられる。

【0056】

第1位置合わせ用パターン301および第2位置合わせ用パターン302は、露光時の位置合わせに用いるパターンである。方向識別マーク303は、前記位置合わせにおける向きをあわせるために用いるマークであり、無パターンマスク304と同様のものである。露光装置に設けられるレンズが円形であるために、前記露光装置から照射される光の強度分布は円形となるので、第1ホトマスク30は略円形状に配置される。

【0057】

図4は、本発明の実施の他の形態の第2ホトマスク40の第1マスク領域41、第2マスク領域42および第3マスク領域43を拡大した平面図であり、図5は、第2ホトマスク40の全体を示す平面図である。図4は、図5の第2マスク領域41、第2マスク領域42および第3マスク領域43の境界近傍のセクションIVを拡大した図である。第2ホトマスク40は、回折格子が形成される複数の、本実施の形態においては3つの領域、第1領域、第2領域および第3領域に分割されるホログラムを有する第b機種のホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられるホトマスクである。

【0058】

第2ホトマスク40には、第b機種のホログラム素子のホログラムの第1、第2および第3領域の回折格子を形成するための複数、本実施の形態においては3つのマスク領域、第1マスク領域41、第2マスク領域42および第3マスク領域43が設けられる。第1マスク領域41は、非透光性を有するマスク部41aと透光性を有する透光部41bとを備える。また第2マスク領域42は、非透光性を有するマスク部42aと透光性を有する透光部42bとを備える。また第3マスク領域43は、非透光性を有するマスク部43aと透光性を有する透光部43bとを備える。具体的には、第1、第2および第3マスク領域41、42、43の透光部41b、42b、43bは、第2ホトマスク40の厚み方向に貫通している開口部であり、第2ホトマスク40の第1、第2および第3マスク領域41、42、43の透光部41b、42b、43bを除く領域は、非透光性を有している。

【0059】

図4に示すように、第1および第2マスク領域41、42は、第1マスク領域41の透光部41bの並び方向の配置間隔F1と、第2マスク領域42の透光部42bの並び方向の配置間隔F2とが異なるとともに、第1マスク領域41の透光部41bの並び方向の配置間隔F1に対する前記透光部41bの並び方向の幅f1の比f1/F1と、第2マスク領域42の透光部42bの並び方向の配置間隔F2に対する前記透光部42bの並び方向の幅f2の比f2/F2とが異なるように形成される。また第1および第3マスク領域41、43は、第1マスク領

域4 1 の透光部4 1 b の並び方向の配置間隔F 1 と、第3マスク領域4 3 の透光部4 3 b の並び方向の配置間隔F 3 とが異なるとともに、第1マスク領域4 1 の透光部4 1 b の並び方向の配置間隔F 1 に対する前記透光部4 1 b の並び方向の幅f 1 の比f 1 / F 1 と、第3マスク領域4 3 の透光部4 3 b の並び方向の配置間隔F 3 に対する前記透光部4 3 b の並び方向の幅f 3 の比f 3 / F 3 とが異なるように形成される。

【0060】

第2マスク領域4 2 の透光部4 2 b の配置間隔F 2 は、詳細に述べると、第1マスク領域4 1 の透光部4 1 b の配置間隔F 1 よりも小さい。また第2マスク領域4 2 の透光部4 2 b の並び方向の配置間隔F 2 に対する前記透光部4 2 b の並び方向の幅f 2 の比f 2 / F 2 は、第1マスク領域4 1 の透光部4 1 b の並び方向の配置間隔F 1 に対する前記透光部4 1 b の並び方向の幅f 1 の比f 1 / F 1 よりも小さい。さらに詳細には、第1マスク領域4 1 における透光部4 1 b の並び方向の配置間隔F 1 に対する透光部4 1 b の並び方向の幅f 1 の比f 1 / F 1 が0. 5以下、本実施の形態においては0. 5であり、第2マスク領域4 2 における透光部4 2 b の並び方向の配置間隔F 2 に対する透光部4 2 b の並び方向の幅f 2 の比f 2 / F 2 が0. 5以下、本実施の形態においては0. 45である。

【0061】

第3マスク領域4 3 の透光部4 3 b の配置間隔F 3 は、詳細に述べると、第1マスク領域4 1 の透光部4 1 b の配置間隔F 1 よりも小さい。また第3マスク領域4 3 の透光部4 3 b の並び方向の配置間隔F 3 に対する前記透光部4 3 b の並び方向の幅f 3 の比f 3 / F 3 は、第1マスク領域4 1 の透光部4 1 b の並び方向の配置間隔F 1 に対する前記透光部4 1 b の並び方向の幅f 1 の比f 1 / F 1 よりも小さい。さらに詳細には、第1マスク領域4 1 における透光部4 1 b の並び方向の配置間隔F 1 に対する透光部4 1 b の並び方向の幅f 1 の比f 1 / F 1 が0. 5以下、本実施の形態においては0. 5であり、第3マスク領域4 3 における透光部4 3 b の並び方向の配置間隔F 3 に対する透光部4 3 b の並び方向の幅f 3 の比f 3 / F 3 が0. 5以下、本実施の形態においては0. 45である。

【0062】

図5に示すように、第1マスク領域41は、半月状の形状の領域である。また第2および第3マスク領域42，43は、それぞれ第1マスク領域41と同寸法の曲率半径の扇形の形状であって、詳細には、弧の一端と曲率中心とを結ぶ線分と、弧の他端と曲率中心とを結ぶ線分との成す角が90度となる扇形の形状の領域である。第2マスク領域42と第3マスク領域43とは、互いの弧が一方で連続してつながるとともに、弧の一端と曲率中心とを結ぶ一方の線分同士が接するようにして連結し、これらの領域42，43が連結した状態で半月状の形状の領域を形成する。さらに第1マスク領域41ならびに、第2および第3マスク領域42，43は、互いの弧が連続してつながるとともに、互いの弦が接するようにして連結し、これらの領域41，42，43が連結した状態で円形の領域となっている。第1、第2および第3マスク領域41，42，43は、第2ホトマスク40の略中央部に配置される。第2ホトマスク40は、識別用マーク44、第1検査用パターン45、第2検査用パターン46、画像処理用マーク47およびダイシング用マーク48を有する。

【0063】

識別用マーク44は、第2ホトマスク40を用いて製造されるホログラム素子の機種を識別するためのマークであり、たとえば数字などの文字で表記される。第1検査用パターン45は、ホログラムの格子間隔の中央値と同じ間隔で並列する直線群のパターンであり、ホログラムの製造不良が発生した場合に、その原因解析をするときに用いられる。第2検査用パターン46は、ホログラムの格子間隔の中央値と同じ間隔で並列する直線群のパターンであり、ホトマスク作成において検査時に用いられる。画像処理用マーク47は、作成したホログラム素子をパッケージに固定するときの向きを調整するために用いるマークである。ダイシング用マーク48は、後述する図6に示すようなホトマスク集合体を用いてホログラム素子の集合体を製造してから、ダイシングして個々のホログラム素子を切出すときの基準となるマークである。

【0064】

図6は、第2ホトマスク集合体400を示す平面図である。第2ホトマスク集合体400は、第2ホトマスク40を複数個保持する。また第2ホトマスク集合

体400には、第1位置合わせ用パターン401および第2位置合わせ用パターン402が設けられる。第1位置合わせ用パターン401および第2位置合わせ用パターン402は、露光時の位置合わせに用いるパターンである。

【0065】

表1は、第1ホトマスク30を用いて製造された第a機種のホログラム素子、および第2ホトマスク40を用いて製造された第b機種のホログラム素子におけるホログラムの各領域の格子間隔、溝の開口幅およびデューティー比を示す表である。

【0066】

【表1】

機種	分割数	領域	格子間隔	溝の開口幅	デューティー比
a	2	第1領域	1.608 μm	0.804 μm	0.5
		第2領域	1.276 μm	0.508 μm	0.4
b	3	第1領域	2.274 μm	1.137 μm	0.5
		第2領域	1.676 μm	0.754 μm	0.45
		第3領域	1.676 μm	0.754 μm	0.45

【0067】

図7(1)は、矩形断面の溝を有する回折格子の格子間隔Dと溝の並び方向の開口幅dとを示す断面図であり、図7(2)は溝の側壁がテーパになるような台形状断面の溝を有する回折格子の格子間隔Dと溝の並び方向の開口幅dとを示す断面図である。デューティー比は、回折格子の格子間隔Dに対する溝の並び方向の開口幅dの比d/Dと定義される。図7(2)に示されるような台形断面の溝を有する回折格子において、溝の並び方向の開口幅dは溝の深さtの半分の位置における開口幅と定義する。

【0068】

図8は、ホログラム素子を製造するときの露光量と、ホログラムの各領域の1次回折効率との関係を示すグラフである。図8は、具体的には、たとえば図2に示す第1ホトマスク30を用いてホトリソグラフィー法によって製造された第a機種のホログラム素子(表1参照)に関する。図8において、実線L1は、ホロ

グラムの第1領域の回折格子（格子間隔=1.608 μm, デューティー比=0.5）を形成するときの露光量と、第1領域の1次回折効率との関係を示し、破線L2は、ホログラムの第2領域の回折格子（格子間隔=1.276 μm, デューティー比=0.4）を形成するときの露光量と、第2領域の1次回折効率との関係を示す。また図8において、2点鎖線L3は、回折格子の格子間隔が1.276 μm（第2領域と同じ格子間隔）、デューティー比が0.5（第1領域と同じデューティー比）となる回折格子を形成するときの露光量と、前記回折格子の1次回折効率との関係を示す。図8に示すように、ホログラムの各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係を示すグラフは、一般的に、ある露光量において1次回折効率が最大となるような上に凸の形状となり、1次回折効率が最大となる露光量を中心とするグラフの広がりは、実線L1および破線L2に示すように、格子間隔が大きいほど大きい。

【0069】

ホログラム素子のホログラムの各領域の回折格子の格子間隔が互いに異なっていても、各領域の回折格子のデューティー比が等しい場合、一般的には図8のL1およびL3に示すように、各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となり、1次回折効率の最大値も互いに等しい値となる。第a機種のホログラム素子のホログラムの第1領域のデューティー比が0.5であり、第2領域のデューティー比が0.4であり、このようにホログラム素子のホログラムの各領域の回折格子のデューティー比が互いに異なるように回折格子を形成することによって、ホログラムの各領域の1次回折効率が最大となる露光量を互いに異なるように設定することができる。詳細には、図8の破線L2（デューティー比が0.4）および2点鎖線L3（デューティー比が0.5）に示すように、ホログラムの回折格子のデューティー比を小さくすると、1次回折効率が最大となる露光量が大きくなるようにグラフがシフトする。

【0070】

このようにホログラム素子を製造するときに、格子間隔の小さな回折格子のデューティー比を、格子間隔の大きな回折格子のデューティー比よりも小さくする

ことによって、図8の区間Hのような、格子間隔の小さい回折格子が形成される領域の1次回折効率が、格子間隔の大きい回折格子が形成される領域の1次回折効率よりも高くなるような露光量が存在するようになる。これによってこれらの領域の1次回折効率の比である1次回折効率比を、所望の値に設定することができる。

【0071】

また格子間隔の小さな回折格子のデューティー比を、格子間隔の大きな回折格子のデューティー比よりも小さくすることによって、図8に示すように、格子間隔の大きい回折素子が形成される領域のグラフと、格子間隔の小さい回折素子が形成される領域のグラフとの交点P1, P2を、図8の実線L1および2点鎖線L3に示すようなデューティー比が同じ場合の交点P3よりも露光量の大きい位置にすることができる。したがって格子間隔の大きい回折素子が形成される領域のグラフと、格子間隔の小さい回折素子が形成される領域のグラフとが交わる、すなわちこれらの領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が1.0となる露光量を、所望の値に設定することができる。これによって、ホトリソグラフィー法の露光工程において、露光量が所定の値より小さくなつてホトレジストの感光が不十分となることを防止することができるとともに、所望の光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0072】

図9は、反射防止膜が設けられるホログラム素子を製造するときの露光量と、ホログラムの各領域の1次回折効率との関係を示すグラフである。図9は、上述の第a機種のホログラム素子に反射防止膜を設けたホログラム素子である。図9において、実線L4は、反射防止膜が設けられるホログラムの第1領域の回折格子を形成するときの露光量と、第1領域の1次回折効率との関係を示し、破線L5は、反射防止膜が設けられるホログラムの第2領域の回折格子を形成するときの露光量と、第2領域の1次回折効率との関係を示す。また図9において、2点鎖線L6は、回折格子の格子間隔が前記第2領域と同じ格子間隔であり、デューティー比が前記第1領域と同じデューティー比であつて、反射防止膜が設けられる回折格子を形成するときの露光量と、前記回折格子の1次回折効率との関係を

示す。

【0073】

ホログラム素子に反射防止膜を設けた場合、一般的に、ホログラムの格子間隔の小さい領域の1次回折効率の低下する度合いが、格子間隔の大きな領域の1次回折効率の低下する度合いよりも大きくなる（図9の実線L4および2点鎖線L6参照）ので、各領域の1次回折効率を等しくする、換言すれば各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比を1.0にすることが困難になる。予めホログラムの格子間隔の小さい回折格子が形成される領域の1次回折効率が、格子間隔の大きな回折格子が形成される領域の1次回折効率よりも大きくなるように（図9の区間K参照）ホログラム素子を製造しておくことによって、ホログラム素子に反射防止膜を設けても、各領域の1次回折効率を等しくする（図9の交点P4，P5）、換言すれば1次回折効率比を最適な値である1.0にことができる、最適な光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。また格子間隔が大きい方の回折格子のデューティー比を、たとえば0.6のように0.5よりも大きな値としてもよい。

【0074】

図10は、本発明の実施のさらに他の形態のホログラム素子製造方法の手順を示すフローチャートである。ステップs0でホログラム素子製造方法の手順が開始されて、ステップs1に進む。ステップs1では、上述の第1ホトマスク30および第2ホトマスク40と同様のホトマスクを作成し、ステップs2に進む。

【0075】

ステップs2では、ステップs1で作成したホトマスクを用いて、露光量を変更しながらエッチングを行い、エッチング毎に反射防止膜処理後の1次回折効率を測定し、ステップs3に進む。ステップs3では、ホログラム素子のホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が1.0近傍であるか否かを判断する。1次回折効率比が1.0近傍であるとは、1.0に対する誤差が5%以内であることを示す。ステップs3において、1次回折効率比が1.0近傍でないと判断されるとステップs2に戻り、1次回折効率比が1.0近傍であると判断されるとステップs4に進む。

【0076】

ステップ s 4 では、1 次回折効率が 1.0 近傍となる露光量で、エッチング時間を変更することによって回折格子の溝の深さを変えながらエッチングを行い、エッチング毎に反射防止膜処理後の 1 次回折効率を測定し、ステップ s 5 に進む。ステップ s 5 では、ホログラム素子のホログラムの各領域の 1 次回折効率が目的値近傍であるか否かを判断する。1 次回折効率が目的値近傍であるとは、目的値に対する誤差が 5 % 以内であることを示す。ステップ s 5 において、1 次回折効率が目的値近傍でないと判断されるとステップ s 4 に戻り、1 次回折効率が目的値近傍であると判断されるとステップ s 6 に進む。ステップ s 6 では、ホログラム素子の量産が行われて、ステップ s 7 に進み、ホログラム素子製造方法の全ての手順を終了する。

【0077】

このようにホログラムの回折格子が形成される各領域の 1 次回折効率が等しくなる露光量を求めた（図 10 のステップ s 2, s 3）後に、回折格子の溝の深さを変えて（図 10 のステップ s 4, s 5）ホログラム素子を製造する（ステップ s 7）。ホログラムの各領域の回折格子を形成するときの露光量は、各領域の 1 次回折効率および各領域の 1 次回折効率の比である 1 次回折効率比に直接影響するけれども、回折格子の溝の深さは、各領域の回折格子のデューティー比に直接影響することなく回折効率だけが変わる。したがって先にホログラムの各領域の 1 次回折効率が等しくなる露光量を求めておき、その後に回折格子の溝の深さを変えることによって、所望の光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0078】

図 11 は、本発明の実施のさらに他の形態の第 1 ホログラム素子 50 を示す平面図である。図 12 は、ホログラム 53 の第 1 領域 51 および第 2 領域 52 を示す断面図である。図 12 に示すホログラム 53 は、図 7 に示す回折格子と同様の回折格子を有する。第 1 ホログラム素子 50 は、上述のホログラム素子の製造方法によって製造される。第 1 ホログラム素子 50 は、回折格子が形成される複数、本実施の形態においては 2 つの領域である第 1 領域 51 および第 2 領域 52 に

分割される第1機種のホログラム53を有し、第1および第2領域51, 52における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、回折格子のデューティー比が互いに異なる。第1ホログラム素子50およびホログラム53の材質は、たとえば石英ガラスである。また第1ホログラム素子50およびホログラム53の材質は、レーザ光に対して透明かつ硬質であればよく、たとえば青板ガラス、低アルカリガラスおよびアクリル樹脂などであってもよい。

【0079】

本実施の形態の第1ホログラム素子50によれば、第1ホログラム素子50は、回折格子が形成される第1および第2領域51, 52に分割されるホログラム53を有し、第1および第2領域51, 52における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、回折格子のデューティー比が互いに異なる。すなわち第1領域51の格子間隔は、第2領域52の格子間隔よりも狭くしてあり、第2領域52のデューティー比を0.5とするとともに、第1領域51のデューティー比を0.5よりも小さくする。このような第1ホログラム素子50のホログラム53の各領域51, 52における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。

【0080】

またホログラム53の各領域51, 52の回折格子の格子間隔は互いに異なっていても、各領域51, 52の回折格子のデューティー比が等しい場合、一般的に、各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量は、各領域の1次回折効率が最大となる露光量となり、1次回折効率の最大値も互いに等しい値となるが、ホログラム素子のホログラムの各領域の回折格子のデューティー比を互いに異なるようにすることによって、ホログラム53の各領域51, 52の1次回折効率が最大となる露光量を互いに異なるように設定することができる。これによってホログラム53の各領域51, 52の1次回折効率の比である1次回折効率比が所望の値に設定されるので、第1ホログラム素子50は、所望の光学特性を有することができる。本実施の形態では、格子間隔の狭い方の領域の回折格子のデューティー比を、0.5よりも小さくしたけれども、格子間隔の広い方の領域の回折格子のデューティー比を、0.5よりも大きくしてもよいことは言うまでもな

い。

【0081】

図13は、本発明の実施のさらに他の形態の第2ホログラム素子60のホログラム63の第1領域61および第2領域62を示す断面図である。第2ホログラム素子60は、上述のホログラム素子の製造方法によって製造される。第2ホログラム素子60は、回折格子が形成される複数、本実施の形態においては2つの領域である第1領域61および第2領域62に分割され、反射防止膜64が設けられるホログラム63を有し、第1および第2領域61, 62における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、回折格子のデューティー比が互いに異なる。また第2ホログラム素子60は、第1および第2領域61, 62の1次回折効率が互いに等しい。

【0082】

第2ホログラム素子60およびホログラム63の材質は、石英ガラス、青板ガラスおよび低アルカリガラスのいずれかである。反射防止膜64は、材質がフッ化マグネシウム（化学式： MgF_2 ）から成る単層構造、材質が一酸化ケイ素（化学式： SiO ）と二酸化ケイ素（化学式： SiO_2 ）とから成る2層構造、および材質がフッ化マグネシウム（化学式： MgF_2 ）と酸化ジルコニウム（化学式： ZrO_2 ）と酸化アルミニウム（化学式： Al_2O_3 ）とから成る3層構造のいずれかの構造である。

【0083】

本実施の形態の第2ホログラム素子60によれば、第2ホログラム素子60は、回折格子が形成される第1および第2領域61, 62に分割されるホログラム63を有し、第1および第2領域61, 62における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、ホログラム63の各領域61, 62に反射防止膜64が設けられる状態で、各領域61, 62の1次回折効率が互いに等しい。このような第2ホログラム素子60のホログラム63の各領域61, 62における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域61, 62の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。またホログラム63の各領域61, 62に反射防止膜64が設けられる状態で、各領域61, 62の1次回折効率

が互いに等しいので、ホログラム63の各領域61, 62の1次回折効率比は1.0となり、ホログラム63の各領域61, 62に反射防止膜64が設けられる状態で、第2ホログラム素子60は最適な光学特性を有することができる。

【0084】

図11および図12示す第1ホログラム素子50のホログラム53の第1領域51および第2領域52における回折格子の格子間隔が互いに異なるとともに、最大の格子間隔となる回折格子のデューティー比が0.5以下となるように変更して、第3のホログラム素子としてもよい。また前記第1ホログラム素子50の第1領域51および第2領域52における回折格子の格子間隔が互いに異なるとともに、最小の格子間隔となる回折格子のデューティー比が0.5以上となるように変更してもよい。

【0085】

これらののようなホログラム素子によれば、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量を所望の値に設定することができる。このようにホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる、換言すればホログラムの1次回折効率比が1.0となるような露光量は所望の値に設定されるので、前述のホログラム素子は所望の光学特性を有することができる。

【0086】

図14は、本発明の実施のさらに他の形態の第4ホログラム素子80を示す平面図である。第4ホログラム素子80は、上述のホログラム素子の製造方法によって製造される。第4ホログラム素子80は、回折格子が形成される複数、本実施の形態においては3つの領域である第1領域81、第2領域82および第3領域83に分割される第3機種のホログラム84を有し、第1および第2領域81, 82における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、第1および第2領域81, 82の1次回折効率が互いに等しい。また第1および第3領域81, 83における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、第1および第3領域81, 83の1次回折効率が互いに等しい。第4ホログラム素子80およびホログラム83の材質は、たとえば石英ガラスである。また第4ホログラム素子80およびホログラム83の材質は、レーザ光に対して透明かつ硬質であればよく、た

とえば青板ガラス、低アルカリガラスおよびアクリル樹脂などであってもよい。

【0087】

本実施の形態の第4ホログラム素子80によれば、第4ホログラム素子80は、回折格子が形成される第1、第2および第3領域81、82、83に分割されるホログラム84を有し、第1～第3領域81～83のうち少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるとともに、各領域の1次回折効率が互いに等しい。このような第4ホログラム素子80のホログラム84の各領域81～83のうち、少なくとも2つの領域における回折格子の格子間隔は互いに異なるので、各領域81～83の回折格子を形成するときの露光量と1次回折効率との関係は互いに異なる。また各領域81～83の1次回折効率が互いに等しいので、ホログラム84の1次回折効率比は1.0となり、第4ホログラム素子80は最適な光学特性を有することができる。

【0088】

表2は、上述の第1、第3および第4ホログラム素子50、80の、第1機種のホログラム53、第2機種のホログラムおよび第3機種のホログラム84の各領域の格子間隔の範囲を示す表である。

【0089】

【表2】

機種	格子間隔		
	第1領域	第2領域	第3領域
第1	2.630～2.750 μm	1.910～1.980 μm	
第2	1.893～2.030 μm	1.453～1.655 μm	
第3	2.075～2.252 μm	1.652～1.831 μm	1.652～1.831 μm

【0090】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、ホログラムの1次回折効率比が所望の値に設定されるので、所望の光学特性を有するホログラム素子を製造することができる。

【0091】

また本発明によれば、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる

露光量を所望の値に設定することができる。またホトリソグラフィー法の露光工程において、露光量が所定の値より小さくなつてホトレジストの感光が不十分となることを防止することができるとともに、所望の光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0092】

また本発明によれば、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる露光量を所望の値に設定することができる。またホトリソグラフィー法の露光工程において、露光量が所定の値より小さくなつてホトレジストの感光が不十分となることを防止することができるとともに、所望の光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0093】

また本発明によれば、ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比が1.0となり、最適な光学特性を有するホログラム素子を製造することができます。

【0094】

また本発明によれば、ホログラム素子に反射防止膜を設けても、各領域の1次回折効率を等しくする、換言すれば1次回折効率比を最適な値である1.0にすることができ、最適な光学特性を有するホログラム素子を確実に製造することができる。

【0095】

また本発明によれば、ホログラムの1次回折効率比が所望の値に設定されるので、ホログラム素子は、所望の光学特性を有することができる。

【0096】

また本発明によれば、ホログラムの各領域の1次回折効率が互いに等しくなる、換言すればホログラムの1次回折効率比が1.0となるような露光量は所望の値に設定されるので、ホログラム素子は所望の光学特性を有することができる。

【0097】

また本発明によれば、各領域の1次回折効率が互いに等しいので、ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比は1.0となり、ホログラム

素子は最適な光学特性を有することができる。

【0098】

また本発明によれば、ホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、各領域の1次回折効率が互いに等しいので、ホログラムの各領域の1次回折効率の比である1次回折効率比は1.0となり、ホログラムの各領域に反射防止膜が設けられる状態で、ホログラム素子は最適な光学特性を有することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の一形態の第1ホトマスク30の第1マスク領域31および第2マスク領域32を拡大した平面図である。

【図2】

第1ホトマスク30の全体を示す平面図である。

【図3】

第1ホトマスク集合体300を示す平面図である。

【図4】

本発明の実施の他の形態の第2ホトマスク40の第1マスク領域41、第2マスク領域42および第3マスク領域43を拡大した平面図である。

【図5】

第2ホトマスク40の全体を示す平面図である。

【図6】

第2ホトマスク集合体400を示す平面図である。

【図7】

図7(1)は、矩形断面の溝を有する回折格子の格子間隔Dと溝の並び方向の開口幅dとを示す断面図であり、図7(2)は溝の側壁がテーパになるような台形状断面の溝を有する回折格子の格子間隔Dと溝の並び方向の開口幅dとを示す断面図である。

【図8】

ホログラム素子を製造するときの露光量と、ホログラムの各領域の1次回折効率との関係を示すグラフである。

【図9】

反射防止膜が設けられるホログラム素子を製造するときの露光量と、ホログラムの各領域の1次回折効率との関係を示すグラフである。

【図10】

本発明の実施のさらに他の形態のホログラム素子製造方法の手順を示すフローチャートである。

【図11】

本発明の実施のさらに他の形態の第1ホログラム素子50を示す平面図である。

。

【図12】

ホログラム53の第1領域51および第2領域52を示す断面図である。

【図13】

本発明の実施のさらに他の形態の第2ホログラム素子60のホログラム63の第1領域61および第2領域62を示す断面図である。

【図14】

本発明の実施のさらに他の形態の第4ホログラム素子80を示す平面図である。

。

【図15】

従来の光ピックアップ装置1を示す斜視図である。

【図16】

他の従来の技術である集積ユニット光学系を用いた光ピックアップ装置11を示す斜視図である。

【図17】

ホトリソグラフィー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。

【図18】

ホトリソグラフィー法を用いてホログラムを製造するときの回折効率比を管理する手順を示すフローチャートである。

【図19】

ホトポリマー法によるホログラムの製造工程を示す断面図である。

【図20】

格子間隔の異なる2つ領域を有する回折格子の各領域における露光量と1次回折効率との関係を示すグラフである。

【図21】

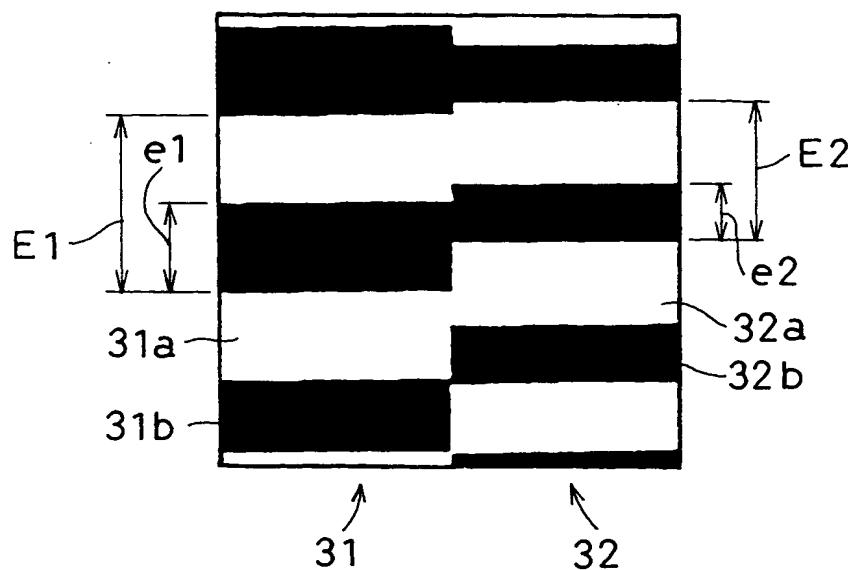
格子間隔の異なる2つ領域を有する回折格子の各領域における、反射防止膜蒸着前および反射防止膜蒸着後の露光量と1次回折効率との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

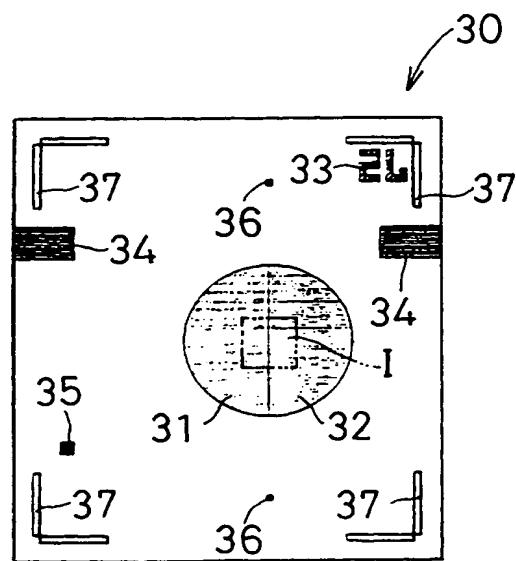
- 3 0 第1ホトマスク
- 3 1 第1マスク領域
- 3 2 第2マスク領域
- 4 0 第2ホトマスク
- 4 1 第1マスク領域
- 4 2 第2マスク領域
- 4 3 第3マスク領域
- 5 0 第1ホログラム素子
- 5 1 第1領域
- 5 2 第2領域
- 5 3 ホログラム
- 6 0 第2ホログラム素子
- 6 1 第1領域
- 6 2 第2領域
- 6 3 ホログラム
- 6 4 反射防止膜
- 8 0 第4ホログラム素子
- 8 1 第1領域
- 8 2 第2領域
- 8 3 ホログラム

【書類名】 図面

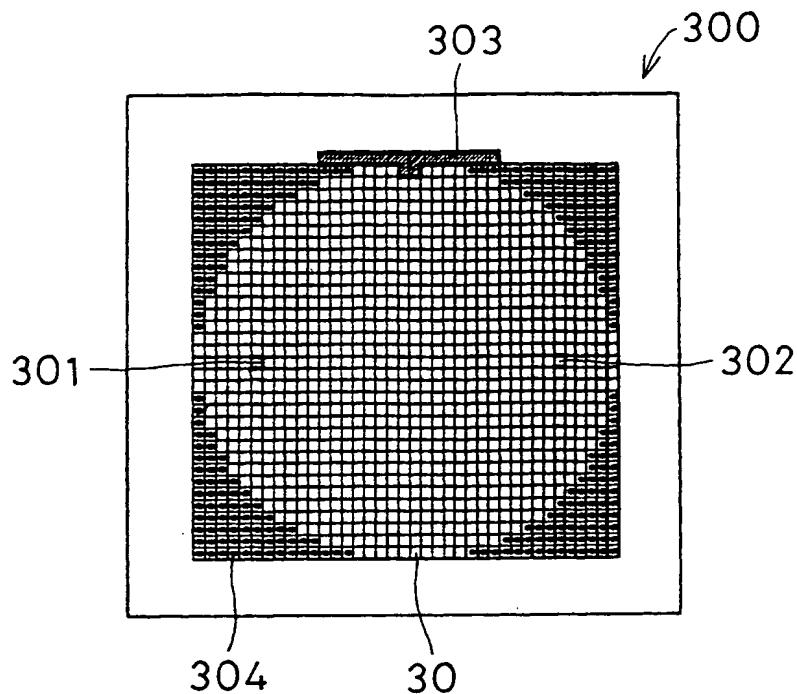
【図 1】



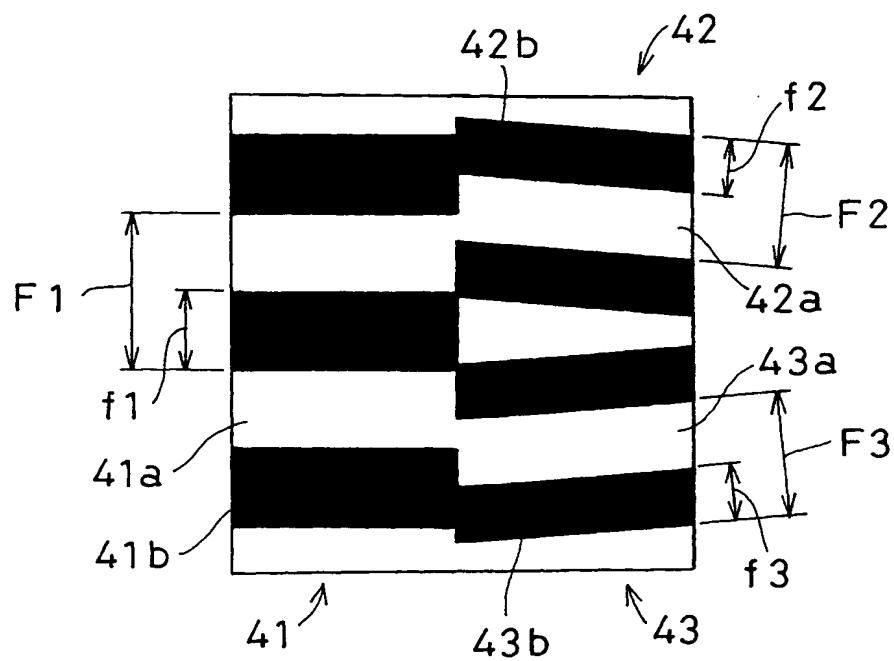
【図 2】



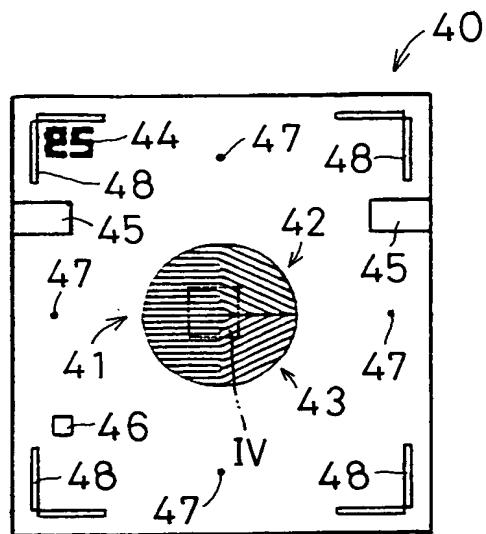
【図3】



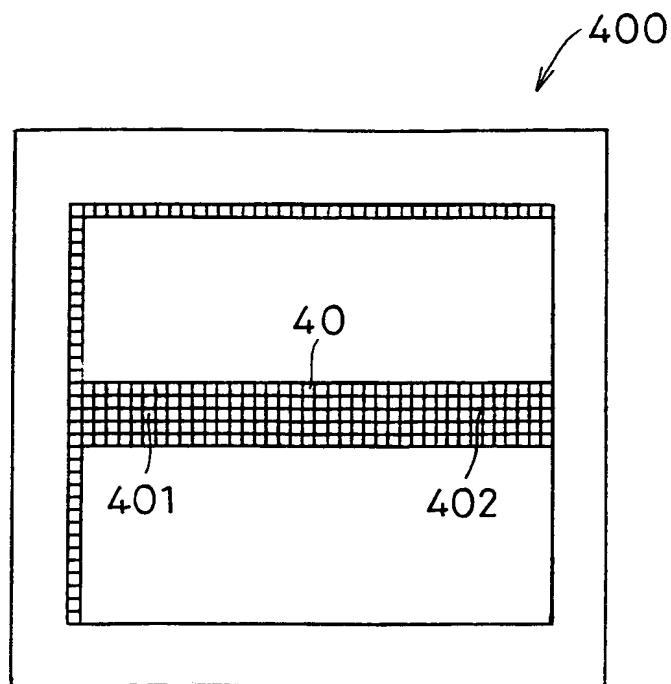
【図4】



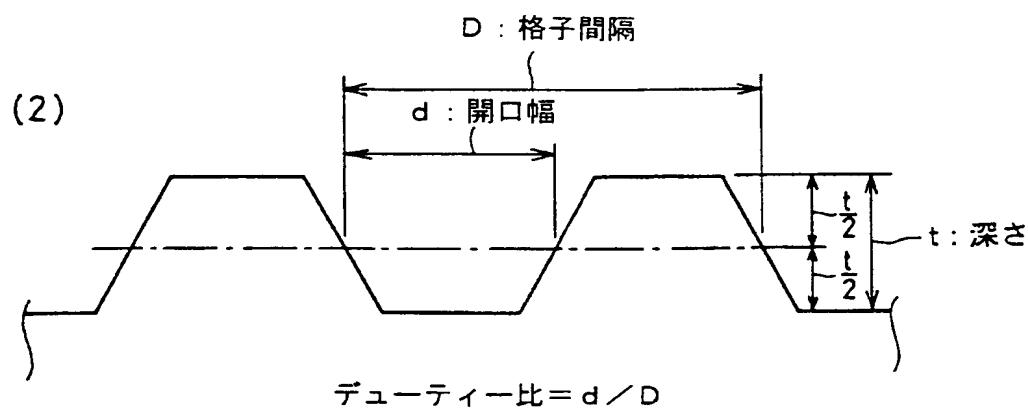
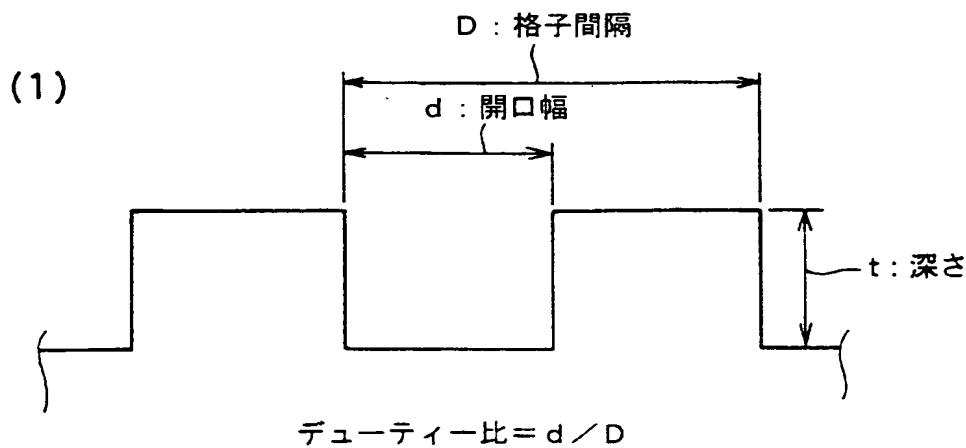
【図5】



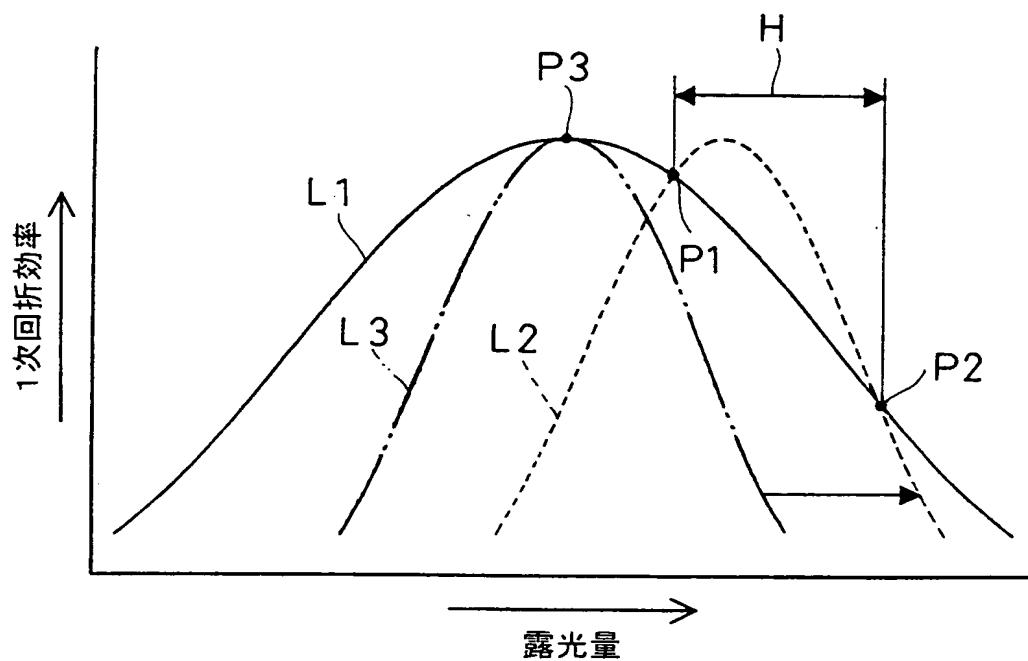
【図6】



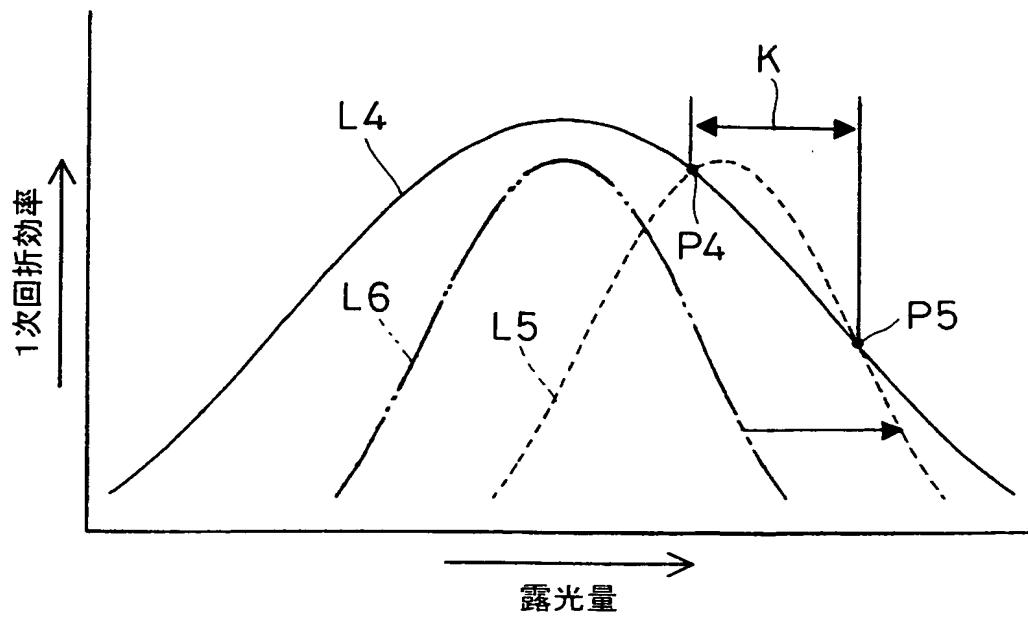
【図7】



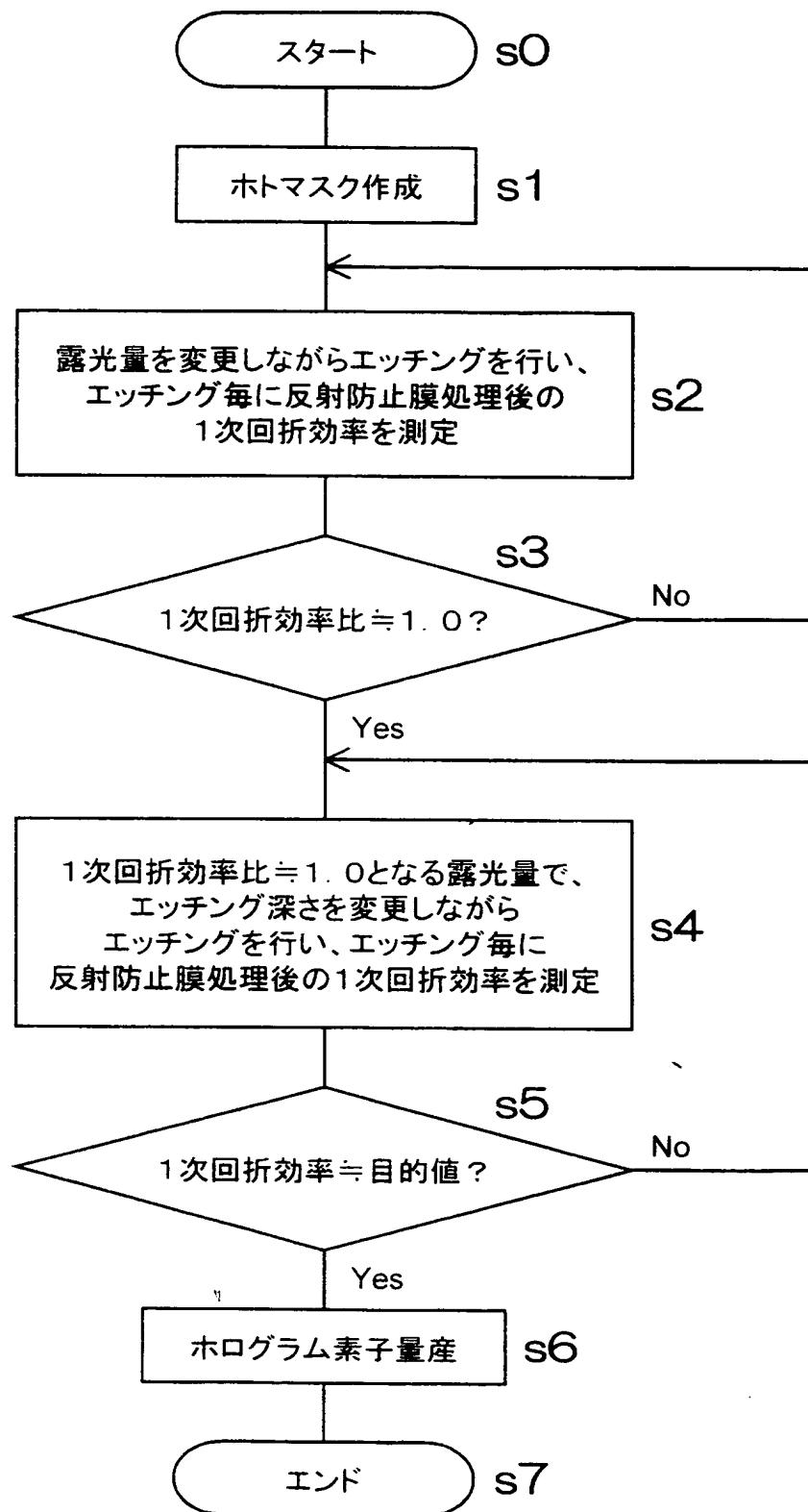
【図8】



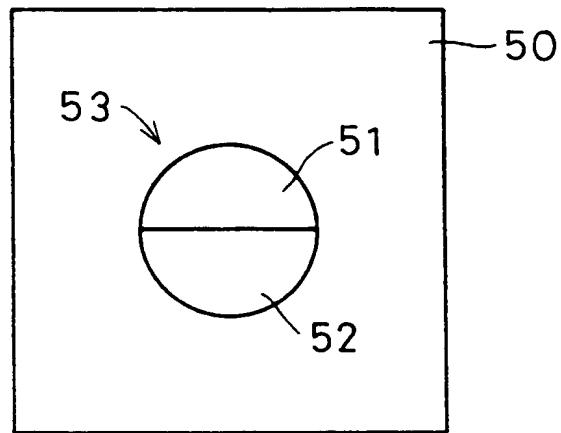
【図9】



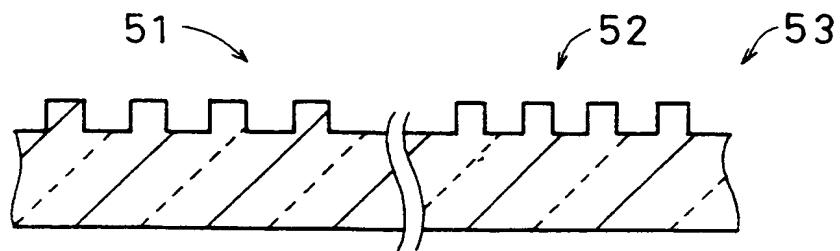
【図10】



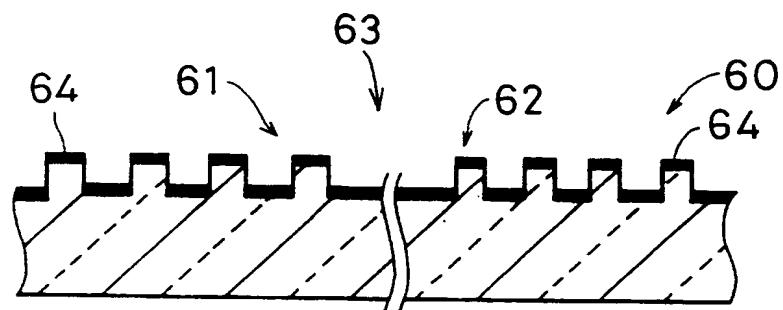
【図11】



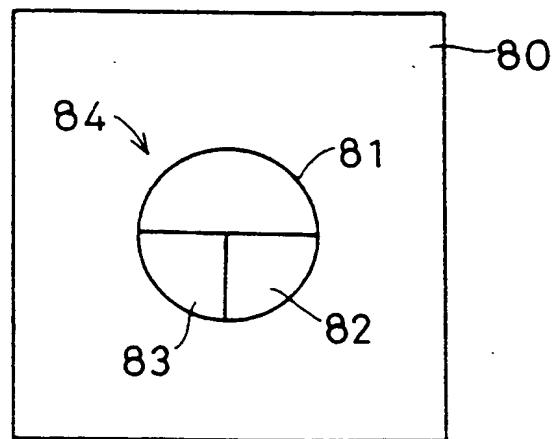
【図12】



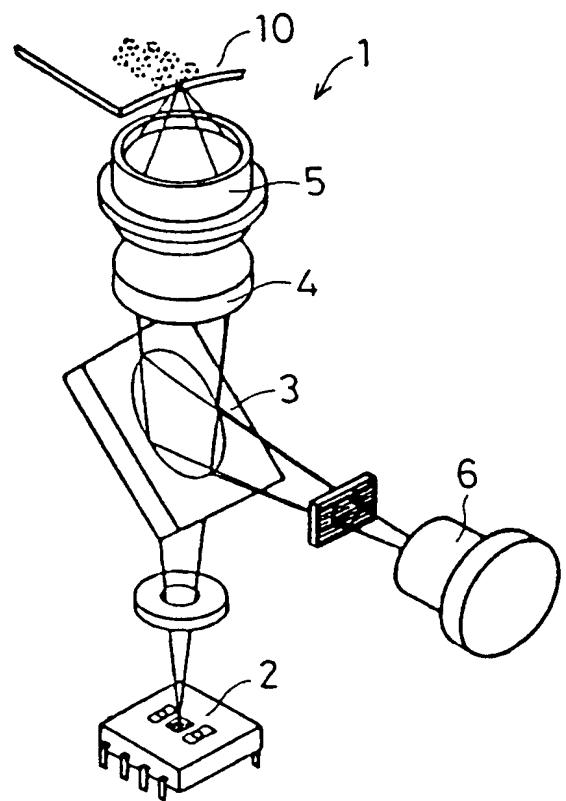
【図13】



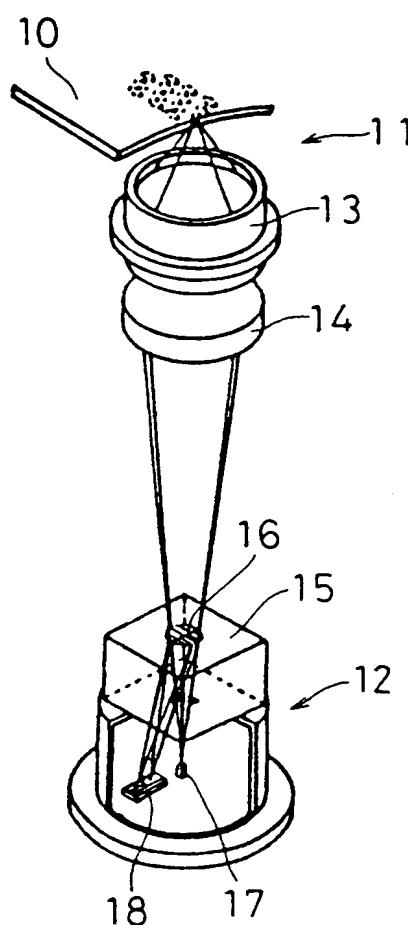
【図14】



【図15】

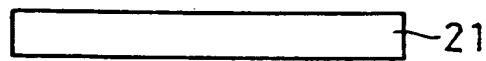


【図16】

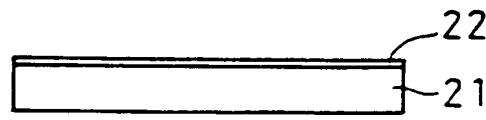


【図17】

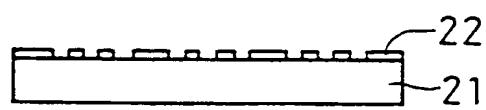
(1) 基板洗净工程



(2) レジスト塗布工程



(3) 露光工程



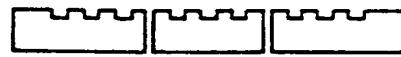
(4) エッティング工程



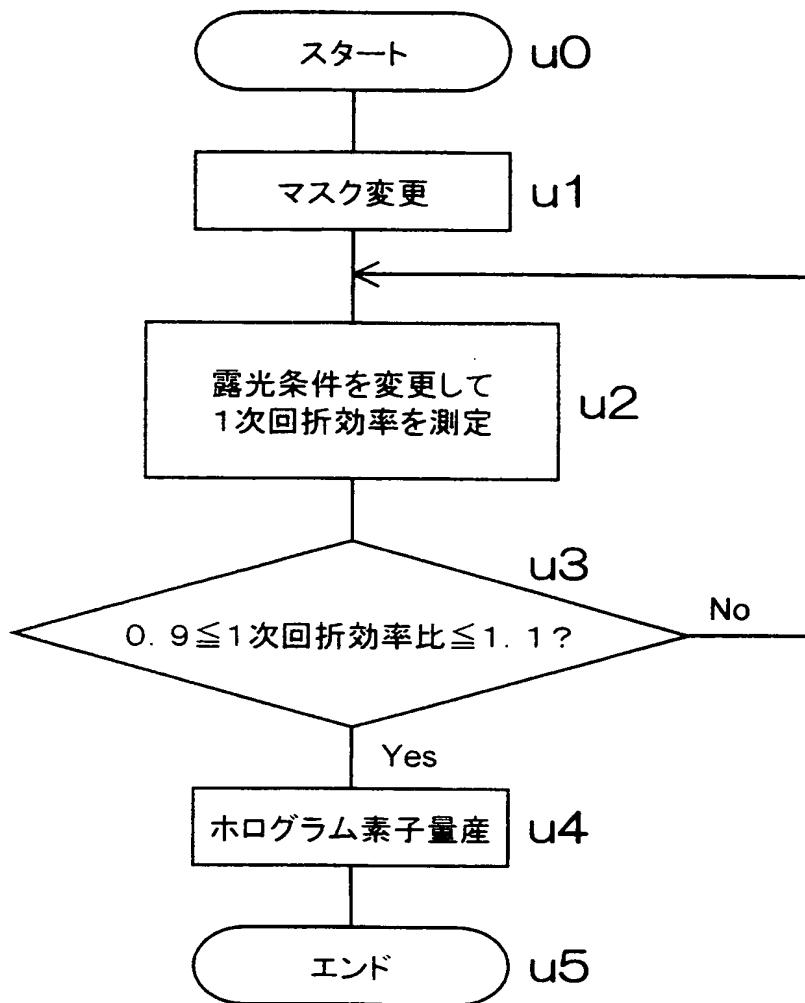
(5) アッシング工程



(6) 分断工程

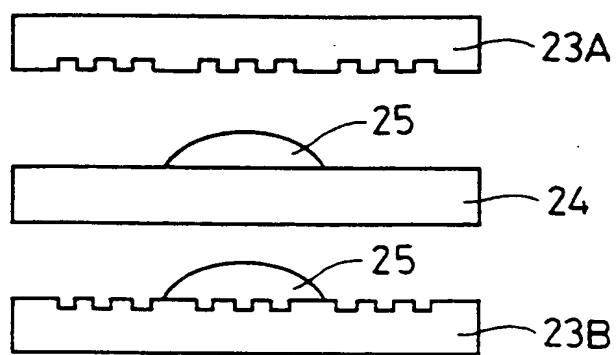


【図18】

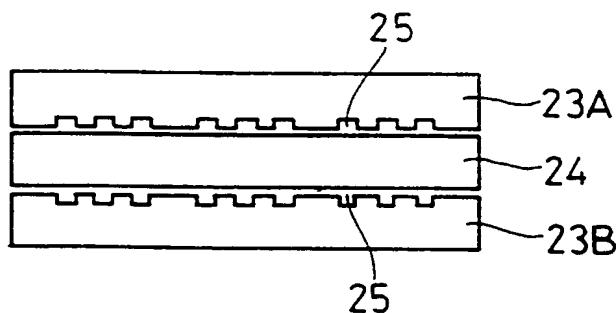


【図19】

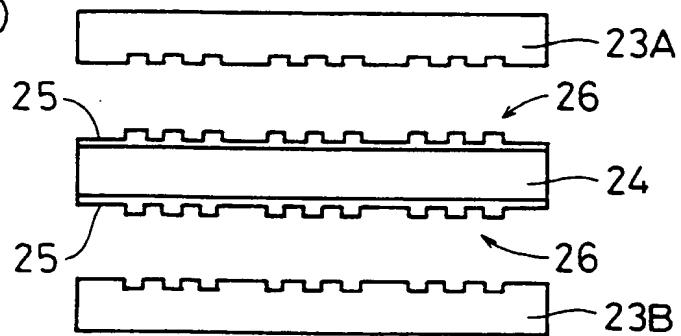
(1)



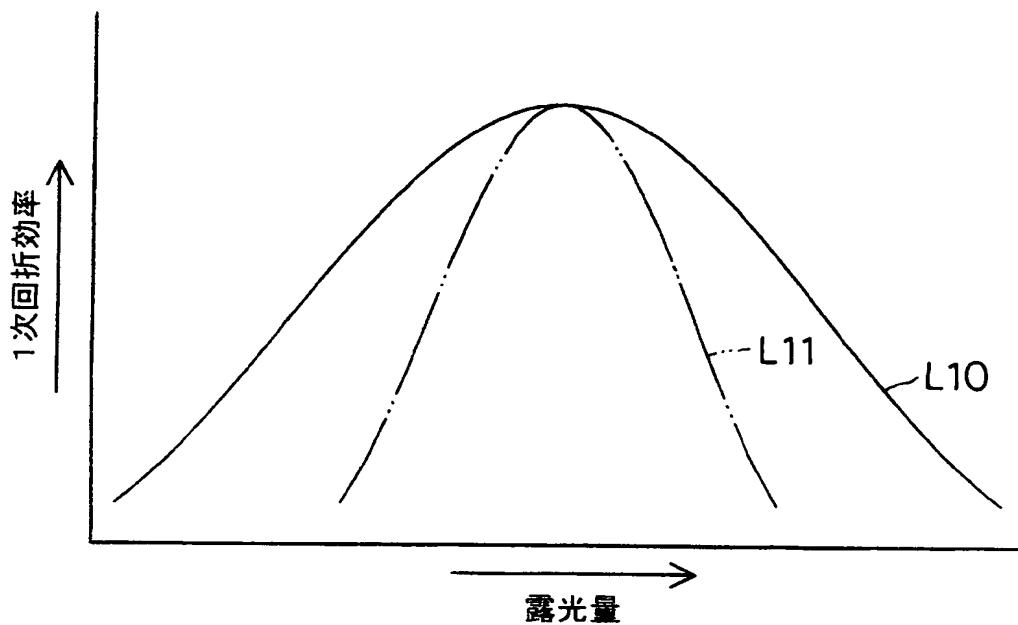
(2)



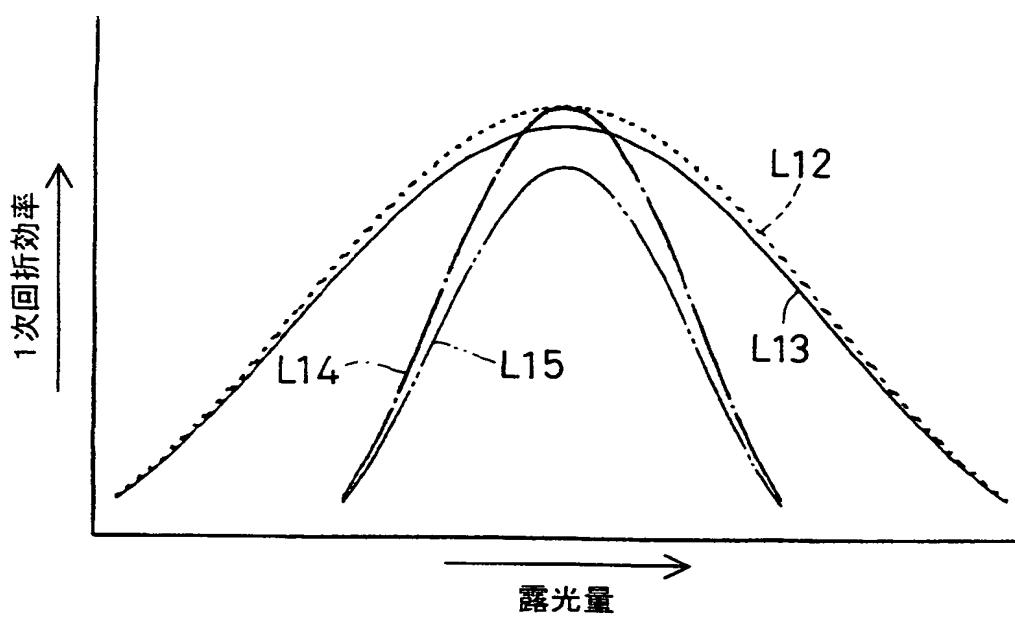
(3)



【図20】



【図21】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所望の光学特性を有するホログラム素子を製造するためのホトマスクおよびホログラム素子製造方法、ならびに所望の光学特性を有するホログラム素子を提供する。

【解決手段】 第1ホトマスク30は、回折格子が形成される2つ領域に分割されるホログラムを有するホログラム素子をホトリソグラフィー法によって製造するために用いられる。第1ホトマスク30は、前記ホログラムの各領域の回折格子を形成するための非透光性を有するマスク部31a, 32aと透光性を有する透光部31b, 32bとをそれぞれ備える第1および第2マスク領域31, 32が設けられ、2つのマスク領域の透光部の並び方向の配置間隔E1, E2が異なるとともに、透光部の並び方向の配置間隔E1, E2と透光部の並び方向の幅e1, e2との比 $e_1/E_1, e_2/E_2$ が各マスク領域で互いに異なる。

【選択図】 図1

特願2002-333900

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏名 シャープ株式会社